

UVSOR施設における真空リーク事故について

極端紫外光研究施設 教授 加藤 政博

UVSORは1983年の稼働以来30年以上に渡って、全国共同利用施設として、真空紫外・軟X線領域のシンクロトロン光を利用者に供給し続けてきました。この間、2回の大きな改造を含め、性能向上へ向けた断続的な改造が行われてきました。これらの改造は老朽化した装置各部の更新という面もあります。この結果、光源として機能する電子蓄積リングについては建設以来使用され続けている部分は少なくなっていますが、この電子蓄積リングに電子ビームを供給する入射器では、30年以上に渡って使用されている部品が数多く残っています。また、この30年の間に更新された部品についても、10年、20年が経過し、再び老朽化による故障が起きる例も出始めております。

加速器及びその周辺で起きる故障で、超高真空に関わる部分の故障は、単に壊れた装置を交換するだけでなく故障部分に接続している超高真空系全体の真空度回復も必要となるため、復旧に時間を要します。UVSORでは2002年に、加速器からシンクロトロン光を取り出すビームライン最上流部の真空部品を冷却するための冷却水が超高真空中に漏れだす、という真空リーク事故がありました。これは、銅製の部品の内部に設けられた冷却水チャンネルの壁がおよそ20年間の使用で少しずつ摩耗し遂にはピンホールが生じて冷却水が真空側へ漏れ出したものでした。このときに同様な事故の発生が想定される部品を全て交換しましたが、その後、15年を経て、再びビームライン最上流部の部品で同様な故障が発生し、共同利用をおよそ1か月にわたって中止することとなりました。利用者の皆様方にはご迷惑をおかけいたしました。銅製の部品の中にくりぬかれたチャンネルの摩耗の進行は外から観察することが不可能

であるため、こういった故障の発生の予測は難しいのですが、上記2回の故障が部品使用開始から15年ほどで発生していることから、今後は10年以上継続して使用された同種の部品については、リークが発生する前に交換することで、真空事故に結び付くことを防ぐという方針で対処していきたいと考えております。

シンクロトロン光源の中核をなす加速器本体は、磁場を用いて電子ビームを制御するための各種電磁石、電子ビームにエネルギーを与えるための高周波加速空洞（銅製の空洞内部にマイクロ波を閉じ込める装置）、電子ビームの通り道を超高真空に保つためのビームパイプなどで構成されます。加速器を動作させるためには、電磁石を励磁するための電源、高周波加速空洞にマイクロ波を供給するための高周波増幅器、真空ポンプの高圧電源などが使用されます。これら電源類は基本的には家庭の電気製品などと同じです。故障すれば修理しますが、導入後10年を経過すると保守部品の確保が次第に困

難となり、更新の時期を迎えます。更新の判断の難しいのは、加速器本体の方です。例えば電磁石は鉄製の芯に銅製のコイルを巻き付けたものですが、鉄心そのものが経年劣化で使えなくなるということは普通は考えられません。銅製のコイルは空冷コイルであれば絶縁被膜の劣化はあるかもしれませんが、線材そのものが劣化することはなさそうです。しかし、水冷のコイルの場合、先に述べた冷却水チャンネルの

摩耗による冷却水漏れが起きる可能性があります。UVSORの場合、放射光を作り出す電子蓄積リングの電磁石類は、過去2回の高度化改造で全て更新されました。しかし、電子蓄積リングに電子ビームを供給する入射器の電磁石は30年以上使われています。実際に、ここ2年ほどの間に、電磁石の冷却水の漏れが複数の電磁石で起きました。電磁石の冷却水の漏れは超高真空系へ影響を与えることはありませんので、発生した場合にも応急的な処置が可能で、長期の運転停止を引き起こすようなものではありませんが、同じ時期に製造された電磁石ですので、今後頻発する可能性はあります。このため冷却水路のシール剤による補強、予備のコイルの製作などの対応を進めております。

UVSOR施設では、職員一同、安全で安定な施設の運転の実現を目指して、設備の維持管理に努めて参ります。今後とも利用者の皆様のご理解とご協力をよろしくお願い申し上げます。

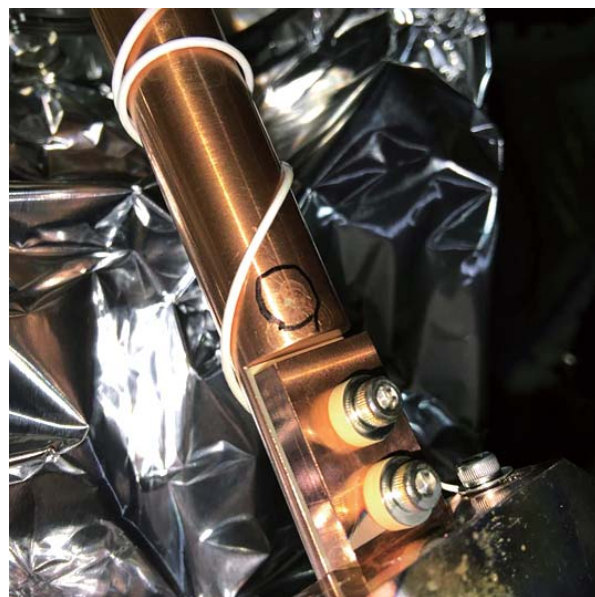


図1 冷却水漏れが起きた真空部品。黒マジックで囲んである部分にピンホールが生じた。円筒形の銅パイプ内部に冷却水チャンネルが通っている。